

学位論文要旨

小学校理科における合意形成に関わる力の育成に関する研究

広島大学大学院人間社会科学研究科
教育科学専攻 教師教育デザイン学プログラム
自然システム教育学領域

D204312 古石 卓也

序章 研究の背景と目的

現代社会では、空港、ダム、幹線道路、原子力発電所、基地などの建設・維持・移転、あるいは、新型感染症や家畜の伝染病対策など、多様な意見をもつ多くの人々の合意形成を必要とする問題が多い（猪原，2011）。これからの時代を生きる子供達にとって合意形成に関わる力は必要不可欠な力であり、学校教育を通して、その力を育成することが、より重要になるといえる。

理科に関する先行研究の整理を通して、2点の問題が明らかになった。1点目は「合意形成の捉え方が明確にされていないこと」であり、2点目は「個人に必要な合意形成に関わる力が明確にされていないこと」である。

まずは、1点目の「合意形成の捉え方が明確にされていないこと」について述べる。先行研究の多くは、合意形成を中心に扱っている研究ではないため、理科における合意形成の捉え方が明確にされていない状況がある。また、授業開発に関する先行研究は、SSI等に関わる応用発展的な理科授業を対象としているため、通常の理科授業を対象とした指導法を明らかにする必要があると考える。

次に、2点目の「個人に必要な合意形成に関わる力が明確にされていないこと」について述べる。合意形成に関わる個人に必要な力を育成することにより、集団の中で児童が自立的に合意形成を促進することが可能になると考える。しかし、先行研究では、個人に必要な合意形成に関わる力が明確にされていない状況がある。個人に必要な合意形成に関わる力を明らかにすることにより、合意形成に関わる力を育成するための指導法の考案や、授業を通じた児童へのフィードバックを行うことが可能になると考える。

先述した問題を踏まえ、本研究では、科学的概念構築を目指す通常の理科授業に焦点を当て、①理科における合意形成の捉え方や、個人に必要な合意形成に関わる力の明確化、②合意形成に関わる力の評価方法の開発、③合意形成に関わる力を育成するための指導法の考案、及び実践を通じた効果検証を行うことを目的とする。

研究の目的を達成するために、まずは、先行研究を基に、理科における合意形成の概念規定を行う（第1章）。次に、規定した合意形成に関わる力を測定するための評価問題を作成し、理科の合意形成に関わる力の実態を調査する（第2章）。さらに、合意形成に関わる力を育成するための指導法を考案し、授業実践を通してその効果を検証する。その際、第1に、妥当性を吟味する力を育成するための指導を行う（第3章）。第2に、A区分（エネルギー・粒子）とB区分（生命・地球）それぞれで、合意点を見つける力を育成するための指導を行う（第4章、第5章）。最後に、研究全体を総括するとともに、今後の課題について検討を行う（終章）。

第1章 理科における合意形成の概念規定

本章では、理科における合意形成の捉え方や、個人に必要な合意形成に関わる力を明確にすることを目指す。

実態調査に関する先行研究では、合意形成を行う対話の特徴と、探索的な対話の条件（参加者が自分の推論を可視化すること、グループの構成員全員が貢献するように招かれること、意見や考えが尊重され考慮されること、課題や代替案が明示され交渉されること、最終決定や行動の前に合意を求めること）が合致することが示されている（Hadjicosti et al., 2022 ; Merce et al., 2013）。また、理科における話し合い場面で、安易な合意形成や、多数決（Lee et al., 2019）が報告されていることから、探索的な対話の条件は、理科における合意形成に必要な視点だといえる。しかし、自然現象を対象とした理科における合意形成では、観察・実験のデータに基づいた、科学的な記述や説明を踏まえて合意形成を行う必要があると考える。そのため、探

索的な対話の条件を踏まえ、グループの構成員全員の貢献や納得の確認を行うだけでは、科学的な根拠を踏まえた合意形成に至らない可能性があると考えた。

そこで、先行研究を踏まえて、理科における合意形成に関わる力を検討することにした。先行研究の共通点として、科学的根拠に基づいた事象の把握や、妥当性の吟味が含まれている点が挙げられる。そこで、理科における合意形成に関わる力のひとつとして、「科学的根拠を基に相互の考えの妥当性を吟味する力」を設定した（以下、「妥当性を吟味する力」とする）。また、理科学習の文脈を踏まえると、妥当性を吟味する際には、互いの考えの共通点や相違点を見出し、整理することが必要だと考える。よって、妥当性を吟味する力の前段階として、「比較・分類する力」を設定した。さらに、科学的根拠に基づいた妥当性の吟味を行った後には、先述した探索的な対話の条件を踏まえ、グループの構成員全員の貢献や納得の確認を行う必要があると考え、「誰もが納得できる合意点を見つける力」を設定した（以下、「合意点を見つける力」とする）。なお、誰もが納得できる合意点は、「妥協案や折衷案」ではなく、「科学的根拠を基にした全員の納得解」として捉える。

次に、学習場面と目指す合意形成の違いについて検討した。木嶋（2011）は、合意形成の状況を、完全独立、アコモデーション（部分合意）、コンセンサス（完全合意）の3つの段階から整理している。

仮説設定場面では、それ以降の学習場面で自分達の仮説の検証を行うため、必ずしもグループ内で意見の一致を目指す必要はない。よって、仮説設定場面において目指す合意形成は、意見の一致であるコンセンサスではなく、互いの考えを受け入れた状態であるアコモデーションになると考える。一方で、考察場面では、実験結果を基に結論を導出するため、グループ内で意見の一致を目指す必要がある。よって、考察場面において目指す合意形成は意見の一致であるコンセンサスになると考える。

第2章 理科における合意形成に関わる力の実態

本章では、前章で規定した合意形成に関わる3つの力を測定するための、評価問題を作成し、小学生の合意形成に関わる力の実態を明らかにすることを目指す。

まずは、合意形成に関わる力を測定するために、それぞれの力に対応した評価問題を作成した。次に、作成した評価問題を用いて、児童の合意形成の実態を把握するために、2019年6月に、広島県内のA小学校6年生計58名を対象に調査を実施した。

各評価問題の得点化した解答について、分析を行った結果、比較・分類する力と妥当性を吟味する力の得点、及び比較・分類する力と合意点を見つける力の得点に有意な差が見られた。これらの結果より、児童は、比較・分類する力に比べて、妥当性を吟味する力や、合意点を見つける力については、課題が見られることが明らかとなった。

第3章 妥当性を吟味する力の育成

本章では、前章で課題が見られた2つの力のうち、まずは妥当性を吟味する力に焦点を当て、指導法の考案、及び授業実践を通じた効果検証を行うことを目指す。

まずは、第1章で述べた、学習場面による目指す合意形成の違いを考慮し、仮説設定場面と考察場面それぞれの妥当性を吟味する力を育成するための指導法を考案した。仮説設定場面では、話合いの中で他者の考えを受容し、仮説の妥当性を吟味する場面を設定した。具体的には、納得できる点を交流したうえで、妥当性の吟味を行うことにした。次に、考察場面では、グループの考察としてアークギュメント構造（論証）を決

定する指導法を考案した。

また、本章では、合意形成に関わる力を測定するための質問紙を作成した。作成した質問項目の妥当性と信頼性を検討するために、2021年11月に、協力の得られた広島県内の小学校5・6年生計116名を対象に調査を実施した。得られた回答を基に因子分析を行い（因子1：合意点を見つける力、因子2：妥当性を吟味する力、因子3：比較・分類する力）、信頼性係数を算出した結果（ $.698 \leq \alpha \leq .824$ ）、作成した質問項目は妥当性と信頼性があると判断し、本研究ではこれを尺度として用いることにした。

考案した指導法の効果を検証するため、2021年11～12月に広島県内のA小学校5年生の2クラス計59名（実験群30名、対照群29名）を対象に塩化カリウムに関する授業実践を行った。

妥当性を吟味する力に関する質問紙分析の結果、想定とは異なり、実験群だけではなく、対照群においても、事前調査に比べ事後調査の得点が有意に高かったことから、本章で考案した指導法以外の要因が対照群に影響を与えたと考える。具体的には、対照群で実施した塩化カリウムを取り扱う授業の影響が考えられる。これらの学習内容を対照群でも取り扱ったことが、科学的根拠を基に相互の考えの妥当性を吟味する意識の向上につながったと考える。しかし、評価問題分析の結果では、質問紙分析の結果とは異なり、実験群と対照群で有意な得点の差が認められた。これは、実験群のみに設定した指導法の影響だと考えられる。

以上のように、想定とは異なり、質問紙分析の結果では、実験群だけではなく、対照群においても、事前調査に比べ事後調査の得点が有意に高かったが、評価問題分析の結果では、実験群と対照群で有意な得点の差が認められたことから、本章で考案した指導法の有効性が示唆されたと考える。

第4章 合意点を見つける力の育成（エネルギー領域）

本章では、第2章で課題が見られた2つの力のうち、合意点を見つける力に焦点を当て、A区分のエネルギー領域を対象に、指導法の考案、及び授業実践を通じた効果検証を行うことを目指す。

通常の理科授業で合意点を見つける力を育成するためには、各領域の観察・実験の傾向や、実験結果の解釈の違いを踏まえた指導法を考案する必要があると考えた。そこで、各領域の観察・実験の傾向を踏まえて、各領域における実験結果を解釈する方法を設定した（エネルギー・粒子：測定誤差を踏まえた平均値に基づいた結果解釈、生命：確率的規則性に基づいた結果解釈・全体的な傾向を踏まえた結果解釈、地球：全体的な傾向を踏まえた結果解釈）。

合意点を見つける力を育成するための指導法を考案するにあたって、探索的な対話の条件を参考にした。まずは、参加者が自分の推論を可視化することができるようにするために、個人でアーギュメント構造に基づいた考察を記述した後に、グループの考察を決定する活動を設定した。また、考察を記述する際には、エネルギー領域における実験結果を解釈する方法である、測定誤差を踏まえた平均値に基づいた結果解釈を踏まえることにした。次に、グループ全員の貢献や、一人一人の考えの尊重や考慮、課題や代替案の交渉、最終決定の前の合意の確認を促すために、ファシリテーターを話し合い活動に導入することにした。

考案した指導法の効果を検証するため、2022年8月に広島県内のA小学校5年生の2クラス計61名（実験群：30名、対照群：31名）を対象として、電磁石に関する授業実践を行った。

合意点を見つける力に関する質問紙分析の結果、実験群では、事前調査に比べ事後調査の得点が有意に高く、対照群では、事前調査と事後調査の間に有意な得点の差は見られなかった。また、評価問題分析の結果、実験群と対照群の間に有意な得点の差が見られなかった。

本章では、電磁石の鉄を引きつける力を強くするための2種類の実験（電流実験&巻き数実験）結果を基に、グループの結論を決定する話し合い場面を設定した。しかし、条件によるクリップの数の違いが明瞭に出

たことにより、考えの対立が生じることなく容易に合意形成を図る様子が見られた。このような、実験条件の影響により、評価問題分析の結果、実験群と対照群の間に有意な得点の差が見られなかったと考える。一方で、評価問題とは異なり、質問紙分析の結果では、実験群のみに調査問の有意な得点の差が見られた。これは、単元の途中段階で、話し合いモデルを比較することを通して、ファシリテーターの意義や必要性について考える場面を設定したことが影響していると考えられる。つまり、合意点を見つける力を育成するためには、考察や結論で多様な結果解釈や考えを生起させることが重要だといえる。

第5章 合意点を見つける力の育成（生命領域）

本章では、前章と同じく合意点を見つける力に焦点を当て、B区分の生命領域を対象に、指導法の考案、及び授業実践を通じた効果検証を行うことを目指す。その際、アーギュメント構造に基づいた話し合い活動に、ファシリテーターを導入するだけでなく、考察や結論で多様な結果解釈や考えが生じるような素材選定の工夫を行うことにした。具体的には、光好性種子であるレタス（フリンジグリーン）に着目した。光好性種子であるレタスを用いた実験に関する考察場面を設定することにより、多様な児童の考察や結論が表出され、合意形成の必然性をもって児童が話し合い活動を行うことができると考えた。また、アーギュメント構造に基づいて考察を記述する際には、生命領域における実験結果を解釈する方法の1つである確率的規則性（発芽率）に基づいた結果解釈を行わせることにした。

考案した指導法の効果を検証するため、2022年10月に広島県内のA小学校5年生の2クラス計58名（〔指導法+種子群〕30名、〔種子群〕28名）を対象として、光好性種子に関する授業実践を行った。また、光好性種子を素材として取り扱うことにより、合意形成や他者の考えに着目する必然性が高まると考えられるため、素材の効果により、合意点を見つける力が育成される可能性があると考えた。そこで、授業実践を行うにあたって、光好性種子を素材として考案した指導法を導入する〔指導法+種子群〕と、光好性種子を素材として考案した指導法を用いない〔種子群〕を設定した。

合意点を見つける力に関する質問紙分析の結果、〔指導法+種子群〕と〔種子群〕ともに、事前調査に比べ事後調査の得点が有意に高かった。〔指導法+種子群〕だけではなく、〔種子群〕においても、事前調査に比べ事後調査の得点が有意に高かったことは、〔種子群〕でも光好性種子を取り扱ったことが影響していると考えられる。しかし、評価問題分析の結果では、質問紙分析の結果とは異なり、〔指導法+種子群〕と〔種子群〕の間に有意な得点の差が認められた。これは、〔指導法+種子群〕のみに設定した指導法の影響であると考えられる。

以上のことから、光好性種子であるレタスの種子を素材として選定することにより、誰もが納得できる合意点を見つける意識の向上につながったと考える。一方で、合意点を見つける力を育成するためには、素材選定の工夫によって合意形成の必然性を生起させるだけでなく、考案した指導法を通して、科学的根拠を基に全員の納得解を見出す対話を促進することの必要性が示唆されたといえる。

終章 研究の総括と今後の課題

本研究の成果として、以下の3点が挙げられる。

1. 理科における合意形成に関わる先行研究では、「合意形成の捉え方が明確にされていないこと」や「個人に必要な合意形成に関わる力が明確にされていないこと」が問題であったが、本研究を通して、段階性のある3つの力（比較・分類する力、妥当性を吟味する力、合意点を見つける力）を、通常の理科授業における合意形成に関わる力として明確にした。また、学習場面による目指す合意形成の違いや、必要な合意形成に関わる力を整理した。
2. 本研究では、理科における合意形成に関わる3つの力をそれぞれ測定することができる、評価問題と質問紙を開発した。このことにより、個人に必要な合意形成に関わる力を測定することが可能になり、合意形成という視点から児童の実態を把握したり、実態に応じた指導を行ったりすることが可能になった。
3. 本研究では、通常の理科授業を対象として、合意形成に関わる力を育成するための指導法を開発した。具体的には、学習内容の特性の違い（再現可能な実験や、確率が影響する実験）に応じた指導法を開発し、実践を通じた効果検証を行うことにより、一定の効果を得ることができた。

また、今後の課題として、以下の2点が挙げられる。

1. 合意形成に関わる学校教育の場面として、通常の理科授業だけではなく、他教科を対象とした授業も想定される。そのため、学校教育を通して、体系的に合意形成に関わる力を育成するためには、今後、通常の理科授業における合意形成と、他教科における合意形成の関連を踏まえ、体系的な整理と指導の在り方について検討を行う必要がある。
2. 本研究では、発達の段階を加味して、小学校高学年（5・6年生）を対象として実態調査や授業実践を行った。よって、小学校低・中学年の児童における合意形成に関わる力の実態や、実態を踏まえた指導法についての検討は本研究では実施できていない。今後、小学校低・中学年の児童の合意形成に関わる力の実態を明らかにすることにより、低学年期から中学年期、高学年期へと系統的に合意形成に関わる力を育成する指導法を検討することが可能になると考える。

主要引用文献

- Berland, L. K., & Lee, V. R. (2012). In pursuit of consensus: Disagreement and legitimization during small-group argumentation. *International Journal of Science Education*, 34(12), 1857-1882.
- Chen, J., Wang, M., Grotzer, T. A., & Dede, C. (2018). Using a three-dimensional thinking graph to support inquiry learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1239-1263.
- Gilabert, S., Merce, G. M., & Felton, M. K. (2012). The effect of task instructions on students' use of repetition in argumentative discourse. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2857-2878.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2019) 「協働的知識構築モデルを基軸とした理科授業デザインに関する研究 - 小学校第3学年「かげと太陽」の実践を事例として -」『理科教育学研究』第59巻, 第3号, 367-377.
- 後藤大二郎・和田一郎 (2020) 「探究の共同体における理科授業デザインフレームワークの開発 - 小学校第3学年「音の性質」の実践を事例として -」『理科教育学研究』第61巻, 第2号, 251-262.
- Governor, D., Lombardi, D., & Duffield, C. (2021). Negotiations in scientific argumentation: An interpersonal analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(9), 1389-1424.
- Hadjicosti, I., Korfiatis, K., Levinson, R., & Price, S. (2022). Students' forms of dialogue when engaged with contemporary biological research: Insights from university and high school students' group discussions. *Research in Science Education*, 52, 1525-1544.
- 猪口達也・後藤大二郎・和田一郎 (2019) 「メタ認知機能を促進する応答的教授に基づく理科授業デザインに関する研究」『理科教育学研究』第60巻, 第1号, 3-13.
- 猪原建弘 (2011) 「はじめに」『合意形成学』勁草書房, i - iii.
- 木嶋恭一 (1996) 「ソフトシステムアプローチ: アコモデーションの探索支援」『交渉とアコモデーション』日科技連, 58-59.
- 木嶋恭一 (2011) 「合意形成のモデルと方法」『合意形成学』勁草書房, 125-140.
- Kim, M. (2016). Children's reasoning as collective social action through problem solving in grade 2/3 science classrooms. *International Journal of Science Education*, 38(1), 51-72.
- 桑子敏雄 (2016) 「1章 合意形成」『社会的合意形成のプロジェクトマネジメント』コロナ社, 1-11.
- Larrain, A., & Freire, P. & Howe, C. (2013). Science teaching and argumentation: One-sided versus dialectical argumentation in Chilean middle-school science lessons. *International Journal of Science Education*, 36(6), 1017-1036.
- Lee, Hyunok., Lee, Hyunju., & Zeidler, D. L. (2019). Examining tensions in the socio scientific issues classroom: Students' border crossings into a new culture of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(5), 672-694.
- Lowell, B. R., Cherbow, K., & McNeill, K. L. (2022). Considering discussion types to support collective sensemaking during a storyline unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(2), 195-222.
- Merce, G. M., Gilabert, S., Erduran, S., & Felton, M. (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523.
- Mercer, N. (2000). *Words & Minds: How we use language to think together*. London: Routledge.
- Mercer, N., Dawes, L., & Wegerif, R. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Meyer, K., & Woodruff, E. (1998). Consensually driven explanation in science teaching. *Science Education*, 81(2), 173-192.

- 長沼武志・森本信也 (2019) 「フィードバック機能を軸とした自己調整学習の移行に伴う「社会化」に関する事例的研究」『理科教育学研究』第 60 巻, 第 2 号, 375-384.
- 野原博人・和田一郎・森本信也 (2018) 「主体的・対話的で深い学びを実現するための理科授業デザイン試論とその実践」『理科教育学研究』第 58 巻, 第 3 号, 293-309.
- Quiroga, N. B., & Coleoni, E. A. (2020). Understanding improved interactions in a physics classroom through the lens of discourse progressiveness. *International Journal of Science Education*, 42 (16), 2696-2715.
- 齋藤裕一郎・黒田篤志・森本信也 (2010) 「科学的概念構築を促す談話におけるコミットメントの分析 — 小学校第 4 学年「ものの温まり方」の授業分析を通して —」『理科教育学研究』第 51 巻, 第 2 号, 29-39.